

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-288879

(43)Date of publication of application : 19.10.1999

(51)Int.Cl.

H01L 21/027
G03F 7/207

(21)Application number : 10-290302

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 13.10.1998

(72)Inventor : YOKOUCHI TETSUJI
IWATA HISAFUMI

(30)Priority

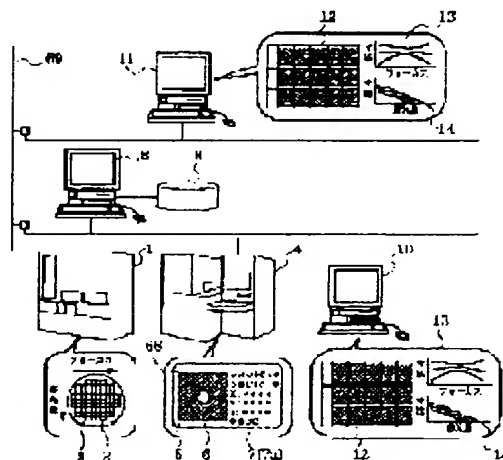
Priority number : 10 22933 Priority date : 04.02.1998 Priority country : JP

(54) EXPOSURE CONDITIONS DETECTING METHOD AND DEVICE THEREOF, AND MANUFACTURE OF SEMICONDUCTOR DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To realize exposure conditions determining method and a device, where the collection and arrangement of data and the arrangement of pictures are carried out easily, quickly, and accurately without requiring much time for aiding a quick determination of an optimal condition in an optimal exposure conditions determining operation.

SOLUTION: Dimensions and decisions, and images obtained from a microscope device 4, such as a length measuring SEM or the like through a condition finding operation, are collected via a network 6, data on a measuring point, a focus, an exposure amount, dimensions, a pattern decision are linked with images and stored in a data base 9 of a server 8, optimal conditions are automatically determined by the server 8, the data are retrieved and processed with an office PC 11 such as a personal computer installed at an office, and dimensions, a pattern decision, an image, a dimensional characteristics graph, and optimal conditions are made to be displayed on the screen of the office PC 11.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C): 1998,2000 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-288879

(43) 公開日 平成11年(1999)10月19日

(51) Int.Cl.⁴

識別記号

F I

H 0 1 L 21/027

H 0 1 L 21/30

5 0 2 G

G 0 3 F 7/207

G 0 3 F 7/207

H

H 0 1 L 21/30

5 2 6 Z

審査請求 未請求 請求項の数14 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願平10-290302

(22) 出願日 平成10年(1998)10月13日

(31) 優先権主張番号 特願平10-22933

(32) 優先日 平10(1998)2月4日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 横内 哲司

東京都小平市上水本町五丁目20番1号 株

式会社日立製作所半導体事業本部内

(72) 発明者 岩田 尚史

神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株

式会社日立製作所生産技術研究所内

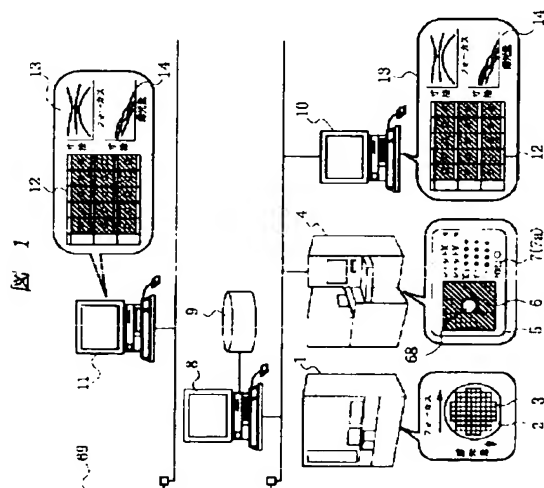
(74) 代理人 弁理士 筒井 大和

(54) 【発明の名称】 露光条件決定方法とその装置ならびに半導体装置の製造方法

(57) 【要約】

【課題】 最適露光条件を決定する作業において、データの収集および整理、写真の整理を手間なく簡単、迅速かつ正確に行え、最適条件の迅速な決定を支援できる方法および装置を実現する。

【解決手段】 測長SEM等の顕微鏡装置4から条件出し作業によって得られる寸法・判定、および画像をネットワーク6を介して収集し、測定ポイント、フォーカス値、露光量、寸法値、パターン判定などのデータと画像をリンクさせてサーバ8のデータベース9に保存しておく。サーバ8で最適条件を自動的に決定し、事務所などに設置してあるパーソナルコンピュータ等の事務所PC11で、そのデータを検索・処理して、画面上に寸法、パターン判定、画像を並べて表示させること、寸法特性グラフを表示させること、さらに最適条件を提示することによって達成される。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 露光装置におけるフォーカス、露光量の最適露光条件を決定する条件出し作業において、顕微鏡装置で取得する寸法値、パターン判定、および画像などの条件出しデータをオンライン収集し、そのデータを取得した条件で並べて表示することを特徴とする露光条件決定支援方法。

【請求項2】 寸法値、パターン判定、および画像などの条件出しデータを顕微鏡装置からオンライン収集する機能と、条件出しデータを保存・管理しておく機能と、条件出しデータを検索し、そのデータを取得した条件で並べて表示する機能を有する露光条件決定支援装置。

【請求項3】 露光装置におけるフォーカス、露光量の最適露光条件を決定する条件出し作業において、顕微鏡画像と、寸法値・パターン判定を、フォーカスと露光量に対応させて、パーソナルコンピュータなどの画面上に並べて表示することにより、条件決定を支援することを特徴とする露光条件決定支援方法。

【請求項4】 露光装置におけるフォーカス、露光量の最適露光条件を決定する条件出し作業において、顕微鏡画像と、寸法値・パターン判定を、フォーカスと測定ポイントに対応させて、パーソナルコンピュータなどの画面上に並べて表示することにより、条件決定を支援することを特徴とする露光条件決定支援方法。

【請求項5】 露光装置におけるフォーカス、露光量の最適露光条件を決定する条件出し作業において、顕微鏡画像と、寸法値・パターン判定を、露光量と測定ポイントに対応させて、パーソナルコンピュータなどの画面上に並べて表示することにより、条件決定を支援することを特徴とする露光条件決定支援方法。

【請求項6】 露光装置におけるフォーカス、露光量の最適露光条件を決定する条件出し作業において、寸法のフォーカス依存性グラフ、露光量依存性グラフをパーソナルコンピュータなどの画面上に表示することにより、条件決定を支援することを特徴とする露光条件決定支援方法。

【請求項7】 請求項1、3、4、5、6のいずれか記載の方法を用いた露光条件決定支援装置。

【請求項8】 請求項3、4、5、6のいずれか記載の機能を有する顕微鏡装置。

【請求項9】 複数の単位露光領域に異なる露光条件で露光処理を行う第1のステップと、前記露光処理にて個々の前記単位露光領域に得られた転写パターンを観察して評価し、評価結果として記録する第2のステップと

複数の前記単位露光領域の各々における前記評価結果に基づいて前記露光条件の最適範囲を決定する第3のステップと、

を含むことを特徴とする露光条件決定支援方法。

【請求項10】 請求項9記載の露光条件決定支援方法

において

前記第1のステップでは、個々の前記単位露光領域内に複数のパターン領域に区分して個々の前記パターン領域毎に異なるパターンを露光し、

前記第2のステップでは、個々の前記単位露光領域内の前記パターン領域毎に前記転写パターンを評価して前記評価結果として記録することを特徴とする露光条件決定支援方法

【請求項11】 請求項9記載の露光条件決定支援方法において、

前記第3のステップでは、複数の前記単位露光領域の対応する前記パターン領域毎に前記転写パターンの前記評価結果に基づいて前記露光条件の最適範囲を決定し、さらに、前記パターン領域毎に得られた前記最適範囲が重なり合う前記露光条件の領域を、前記露光条件の最終的な最適範囲と決定することを特徴とする露光条件決定支援方法。

【請求項12】 露光装置における露光条件の最適範囲を決定する条件出し作業を支援する露光条件決定支援装置であって、

複数の異なる前記露光条件による露光処理で得られた転写パターンの評価結果を記録する手段と、

複数の単位露光領域の各々における前記評価結果に基づいて前記露光条件の最適範囲を自動的に決定する手段と、

を含むことを特徴とする露光条件決定支援装置。

【請求項13】 請求項12記載の露光条件決定支援装置において、

複数の異なる前記露光条件による露光処理の各々において、複数種の異なる前記転写パターンが一括して露光され、個々の前記転写パターン毎に、前記評価結果が記録され、前記転写パターン毎に得られた前記最適範囲が重なり合う前記露光条件の領域を、前記露光条件の最終的な最適範囲と決定することを特徴とする露光条件決定支援装置。

【請求項14】 フォトリソグラフィにて半導体ウェハにパターンを転写することにより、前記半導体ウェハに半導体装置を形成する半導体装置の製造方法であって、

請求項1、3、4、5、6、9、10、11記載の露光条件決定支援方法または請求項2、7、12、13記載の露光条件決定支援装置を用いて、前記フォトリソグラフィにおける最適露光条件を決定することを特徴とする半導体装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、露光装置を用いる製造技術に係り、特に、製品を着上る際に露光装置に設定するフォーカス、および露光量の最適条件を決定する条件出しに関する。

【0002】

【従来の技術】半導体製造におけるフォトリソグラフィ工程の場合、露光装置でパターンを焼きつける際のフォーカス、および露光量の最適条件は、1回の露光単位（ショット）毎にフォーカス、露光量を変えてパターンを焼きつけたウェハを作り、顕微鏡装置で、そのウェハの複数の任意のポイントのパターンの寸法を測定したり、パターンの解像（でき具合）を観察し、最適なパターンが形成されるフォーカス、露光量を見つける条件出し作業によって決定している。

【0003】従来、この作業は、専門のエンジニア等の熟練者が行っており、測定した寸法、パターンのでき具合（解像）の判定、測定場所などのデータを紙に記録し、必要に応じて、ビデオプリンタで写真を撮っておき、後で、事務所等でデータをパーソナルコンピュータに手入力し整理して寸法特性グラフを作成し、写真を紙に並べて貼り付け、パターンの変化を見て、さまざまな要因を考慮し、フォーカス、露光量の最適条件を決定している。

【0004】図1に測定データを記録する用紙の一例を示す。この記録用紙は、条件出し作業をする前に、条件出しに使うウェハに存在するショットの範囲を記入し、設定するフォーカス、露光量に対応する列・行に記入して作る。そしてこの記録用紙を持って、顕微鏡装置でショット内の任意のポイントのパターンを測定し、その寸法値、パターン判定に対応するショットの位置の四角の中の測定したポイントに手書きによって記録している。また、余白のところにはその測定したショット内の座標も記録している。この時、測定、観察する複数のポイントは、どのショットにおいても同じ場所である。

【0005】また、写真を撮る際には、その写真が何の写真であるかを後で見てわかるようにするために、フォーカス、露光量などの情報を写真に記録している。さらに、この時、写真をどう整理するかを考えながら、収集している。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】上記のような従来方法では、データ・写真の収集、および整理に非常に手間がかかり時間を要している。収集では、特に写真への記録に手間がかかっており、整理では、記録用紙に記録したデータを事務所にあるパーソナルコンピュータに打ち込む作業、収集した写真を並べて紙に貼り付ける作業、ともに大変な作業で時間を要する。

【0007】なお、この作業は、収集するデータの量、写真の数が多ければ多いほど多大の時間を要し、最適条件を決定するのがそれだけ遅くなる。例えば、新しい露光装置の立ち上げ時や新しい製品の開発・試作時など、綿密に観察して条件を求める必要がある場合は、できるだけ多くのポイントを観察し、データ・写真を収集するため、その整理と解析に長時間を要する。

【0008】逆に、綿密に求める必要がない場合、例え

ば急いでいる時や一度決定した条件を数日後に見直す時などは、あるポイントでは寸法を測定せずにパターンの判定だけを行ったり、写真を取得しなかったり、間引いてデータ・写真を収集するため、作業時間は短くなる。しかし、正常パターンと判定したものが、実は不良パターンであるというように、判定が間違っている可能性もあり、パターンの判定の記録だけではその真偽を確かめられず、間違ったデータを元に条件を決定しかねない。

【0009】この他にも条件出しにはさまざまなケースがあり、データ・写真収集、整理ともその作業時間はそれぞれ違ってくる。また、あとでその記録用紙を見直した時、作業した本人でも記録内容がわからなくなることもある。

【0010】さらに、上記のような従来方法では、エンジニア等の作業者の主観や経験に依存して決定されるため、決定した条件が本当に最適な条件からずれている可能性がある。また、エンジニアによって最適条件の判断基準が異なるため、エンジニア間のずれが生じる。

【0011】また、データの整理に非常に手間がかかり時間を要している。なお、この作業は、収集するデータの量が多ければ多いほど時間を要することになり、最適条件を決定するまでの時間がかかることになる。例えば、新しい露光装置の立ち上げ時や新しい製品の開発・試作時など、綿密に観察して条件を求める必要がある場合は、できるだけ多くのポイントを観察して、データの収集が必要になるため、収集に時間を要するだけでなく、整理にもそれだけ時間を要する。

【0012】本発明の目的は、多くのデータ・写真を簡単に収集でき、その量に左右されずに、短い時間でデータ・写真の整理を行える、露光条件の決定を支援する方法、およびそれを用いた装置を提供することにある。

【0013】本発明の他の目的は、収集したデータの量に左右されずに、短い時間でデータ整理し、エンジニア等の作業者の主観や経験に依存しないで正確に露光条件を決定する露光条件決定技術を提供することにある。

【0014】本発明の他の目的は、半導体装置の製造工程において、条件出し等の準備作業を含めた工程全体のスループットを向上させることが可能な半導体装置の製造技術を提供することにある。

【0015】本発明の他の目的は、半導体装置の製造工程において、客観的で正確な露光工程での露光条件の決定により、露光工程での歩留りを向上させることが可能な半導体装置の製造技術を提供することにある。

【0016】本発明の前記ならびにその他の目的と新規な特徴は、本明細書の記述および添付図面から明らかになるであろう。

【0017】

【課題を解決するための手段】本願において開示される発明のうち、代表的なものの概要を簡単に説明すれば、以下のとおりである。

【0018】上記目的は、顕微鏡装置で測定した寸法、観察したパターンの合格判定、およびその画像と、品種・工程・露光条件等のウェハの情報をネットワークを介してオンライン収集し、寸法・判定・画像と、品種・工程・露光条件をリンクさせてサーバなどの記憶媒体に保存しておき、製造現場、事務所などに設置してあるパーソナルコンピュータでサーバなどの記憶媒体に保存された情報を読み出し、その情報を処理して画面上に画像を並べて表示させること、寸法特性グラフを表示させることによって達成される。これによって、写真の収集作業時間が短縮され、寸法などのデータ整理と、写真の整理の作業が不要となる。

【0019】また、本発明は、露光条件決定支援方法として、複数の単位露光領域に異なる露光条件で露光処理を行う第1のステップと、露光処理にて個々の単位露光領域に得られた転写パターンを観察して評価し、評価結果として記録する第2のステップと、複数の単位露光領域の各々における評価結果に基づいて露光条件の最適範囲を決定する第3のステップと、を実行するものである。

【0020】また、本発明は、露光装置における露光条件の最適範囲を決定する条件出し作業を支援する露光条件決定支援装置において、複数の異なる露光条件による露光処理で得られた転写パターンの評価結果を記録する手段と、複数の単位露光領域の各々における評価結果に基づいて露光条件の最適範囲を自動的に決定する手段と、を備えるようにしたものである。

【0021】

【発明の実施の形態】以下、本発明による半導体装置の製造工程における露光工程での露光条件決定方法および装置の実施の形態を図面を参照して詳細に説明する。

【0022】（実施の形態1）図1は、本発明による、最適露光条件の決定を支援する方法とその装置の概要を示す。本装置は、ウェハにパターンを焼きつける露光装置1、寸法を測定する測長SEM（走査電子顕微鏡）等の顕微鏡装置4、測定結果、画像を収集するサーバ8およびその情報を保存しておくデータベース9、測定結果、画像をデータベース9から検索して表示、および印刷する製造現場PC10、事務所PC11で構成される。まず、露光装置1でウェハ2のショット3毎にフォーカスと露光量を変えて露光パターン（図の例では円68）を焼きつける。次に、測長SEM等の顕微鏡装置4で画面5に映し出される顕微鏡画像6を見て、任意の露光パターン（図の例では円68）の寸法を測定し、上記パターンの状態を観察して、その判定を入力し、画像とその画像の場所や寸法、判定など測定情報7を保存する。同時に品種、工程、フォーカス、露光量などのウェハ情報も保存する。このための判定入力手段、画像保存手段を顕微鏡装置4に具備する。そして、保存した画像と測定情報、ウェハ情報を、ネットワーク69を介して

サーバ8に転送し、データベース9に保存する。データベース9には、画像、測定情報と露光条件をリンクさせて保存しておく。

【0023】そして、製造現場PC10、事務所PC11で、データベース9に保存された測定結果、画像を検索し、従来手作業にて写真を紙に貼り付けていたように、画像一覧12を表示したり、フォーカス依存性13、露光量依存性14のグラフを表示する。また、画像一覧12、フォーカス依存性13、露光量依存性14の印刷も可能とする。これにより、手間なく測定結果、画像の整理ができる。なお、製造現場PC10は、顕微鏡装置4の近くに設置しておけば、顕微鏡装置4での作業を終えてすぐにその場で測定結果やパターンの変化を確認できる。

【0024】図2は本発明の一実施の形態である画像と寸法・判定をウェハ上のショットの並びに並べて表示した画面を示すもので、何の条件出しのデータ・画像かを示す品種、工程、露光装置などのインデックス情報15を表示し、フォーカス値16、露光量17をそれぞれ変化させた方向に合わせて画面上に並べる。そして、そのフォーカス値16と露光量17のマトリクス上に対応する画像18と、寸法値19、パターン判定20を表示する。図2では、縦3ショット、横5ショットのマトリクスで表示させているが、表示できる範囲で任意の並びでよい。ここで、画面上にすべての条件の画像18と寸法値19、パターン判定20を表示できない場合を考え、スクロールボタンを配し、このボタンをマウスでクリックすることによりすべての画像18、寸法値19、パターン判定20を見ることができるようにする。左1データスクロールボタン21をクリックすることで1データ左側にスクロールし、左1ページスクロールボタン22をクリックすることで1ページ分左側にスクロールして画像18、寸法値19、パターン判定20を表示する。同じように、右1データスクロールボタン23、右1ページスクロールボタン24、上1データスクロールボタン25、上1ページスクロールボタン26、下1データスクロールボタン27、下1ページスクロールボタン28でそれぞれスクロールする。また、測定ポイントNo.を表示することで、現在表示している一覧とこれを測定したものかをわかるようにする。ここでも画面のスクロール同様、測定ポイント変更ボタン29、測定ポイント上変更ボタン30で、表示する画像18、寸法値19、パターン判定20の測定ポイントを変更して表示を切り替えることができるようにする。

【0025】また、1ショットで一度に表示できる画像は一つであるため、同じ場所で複数枚の画像を撮っていた場合には、同時に表示できない。そこで、画像18の部分のマウスでクリックすると、順次画像をめくめるようにする。例えば、画像を撮りなおした場合や、倍率を変えて撮った場合である。

【0026】この表示によって、パターンのでき方の変化を見てとれるため、露光条件をどこにすれば良いかが一目でわかるようになる。

【0027】また、印刷ボタン31をクリックすれば、この画面をそのままプリンタで印刷することも可能である。また、コメント入力フィールド32に任意の付加情報を入力することもできる。

【0028】また、顕微鏡装置4で行った顕微鏡画像6のパターン判定7が、間違っていた場合には、この画面上でパターン判定7を変更することも可能である。

【0029】図3は本発明の一実施の形態である画像と寸法・判定をフォーカスに対して測定ポイントで並べて表示した画面を示すもので、図2に示した画面同様に、何の条件出しのデータ、画像かを示すインデックス情報15を表示し、縦方向にフォーカス値16を並べ、横方向に測定ポイント33を並べてマトリクスを作る。そして、そのフォーカス値16と測定ポイント33のマトリクス上に対応する画像18と、寸法値19、パターン判定20を表示する。

【0030】図3では、縦3フォーカス、横5ポイントのマトリクスで表示させているが、表示できる範囲で任意の並びでよい。この画面においても、図2に示した画面同様に、画面上にすべての画像18と寸法値19、パターン判定20を表示できない場合を考慮、スクロールボタンを配し、このボタンをマウスでクリックすることによりすべての画像18、寸法値19、パターン判定20を見ることができるようになる。

【0031】また、露光量を表示することで、現在表示している一覽が露光量いくつものかわかるようにする。ここでも画面のスクロールと同様に、露光量下変更ボタン34、露光量上変更ボタン35で、表示する一覽の露光量を変更して表示を切り替えることができるようにする。この表示によって、どのフォーカスにすれば、すべての測定ポイントのパターンが正しく形成されるかが一目でわかるようになる。

【0032】図4は本発明の一実施の形態である画像と寸法・判定を露光量に対して測定ポイントで並べて表示した画面を示すもので、図2、図3に示した画面同様に、何の条件出しのデータ、画像かを示すインデックス情報15を表示し、縦方向に露光量17を並べ、横方向に測定ポイント33を並べてマトリクスを作る。そして、その露光量17と測定ポイント33のマトリクス上に対応する画像18と、寸法値19、パターン判定20を表示する。図4では、縦3フォーカス、横5ポイントのマトリクスで表示させているが、表示できる範囲で任意の並びでよい。

【0033】この画面においても図2、図3に示した画面同様に、画面上にすべての画像18と寸法値19、パターン判定20を表示できない場合を考慮、スクロールボタンを配し、このボタンをマウスでクリックすること

によりすべての画像18、寸法値19、パターン判定20を見ることができるようになる。また、フォーカス値を表示することで、現在表示している一覽がフォーカスいくつものかわかるようにする。ここでも画面のスクロールと同様に、フォーカス下変更ボタン36、フォーカス上変更ボタン37で、表示する一覽のフォーカスを変更して表示を切り替えることができるようにする。この表示によって、どの露光量にすれば、すべての測定ポイントのパターンが正しく形成されるかが一目でわかるようになる。

【0034】図5は本発明の一実施の形態である画像を拡大表示した画面を示すもので、図2、図3、図4に示した画像一覽でははっきり見えないパターン細部の拡大画像38によってはっきり見えるようになる。この画面は、図2、図3、図4に示す画面で、拡大表示したい画像18を選択すると表示される。画像18の選択手段は、例えばマウスの左ボタンをダブルクリックする手段がある。あるいは画像ファイル名入力フィールド40から画像ファイル名を指定してもよい。ここで一度判定した結果を、判定フィールド41をマウスでクリックすることにより変更できる。これによって、判定した結果が間違っていた時に修正でき、場合によっては、顕微鏡装置では判定を行わず、寸法と画像だけを収集しておき、判定は、パーソナルコンピュータで行う事も可能である。

【0035】また、保存ボタン42をマウスでクリックすることにより画像と付帯情報39をパーソナルコンピュータのハードディスクなどに保存する。この保存した画像、付帯情報39を用いて作業者は任意の資料などを作成できる。この画像は、別の資料にも利用できる。また、印刷ボタン43をマウスでクリックすることにより、印刷もできる。

【0036】図6はショット内の測定ポイントに合わせて、画像を並べて表示した画面を示すもので、あるショット、すなわち露光条件を選択すると、そのショットの中で、左上、中上、右上、左中、中中、右中、左下、中下、右下で撮った画像を、それぞれ、ショット左上画像44、ショット中上画像45、ショット右上画像46、ショット左中画像47、ショット中中画像48、ショット右中画像49、ショット左下画像50、ショット中下画像51、ショット右下画像52の位置に、それぞれの測定ポイントのショット内の座標53を画像の下に表示する。これは、露光装置1のレンズの性能で、露光条件によっては、ショットの中心と端の方ではパターンのでき方が違うのを見るための表示である。この表示は、ショット内全域で正常なパターンが形成される露光条件を見つけるのに有効である。また、関係する付帯情報54も画面に出力される。また、印刷ボタン55をマウスでクリックすることにより印刷もできる。

【0037】図7はある測定ポイント(測定パターン)

におけるフォーカス依存性を示すもので、グラフには、寸法の規格値61と規格値下限62、規格値上限63、正常なパターンが形成できるフォーカス下限値64、フォーカス上限値65を付加する。このグラフによって、寸法の変化が一目瞭然となり、測定したパターンの規格値と比較し、最適なフォーカスとそれかどの範囲ならば良いかを容易に判断できる。

【0038】図8はある測定ポイント（測定パターン）における露光量依存性を示すもので、グラフには、寸法の規格値61と規格値下限62、規格値上限63、正常なパターンが形成できる露光量下限値64、露光量上限値65を付加する。このグラフによって、寸法の変化が一目瞭然となり、測定したパターンの規格値と比較し、最適な露光量とそれかどの範囲ならば良いかを容易に判断できる。

【0039】（実施の形態2）図10は、本発明の他の実施の形態である露光条件決定方法を実施する露光条件決定装置の構成の一例を示す機能ブロック図であり、図11、図12および図13、図14、図15は、その作用の一例を説明する概念図、図16は、その作用の一例を説明するフローチャートである。

【0040】本実施の形態の露光条件決定装置は、ウェハパターンの寸法を測定、また解像を観察する測定・観察手段101、寸法データ、解像の良否データを保存する測定・観察データ保存手段102、最適な条件を算出する条件算出手段103、算出した条件を表示する条件表示手段104で構成される。

【0041】なお、本実施の形態のハードウェア構成は、前述の実施の形態1に例示した各構成を用いることができるので、必要に応じて、対応する符号を用いて実施の形態1の構成を引用する。

【0042】すなわち、これらの各手段は、以下のような対応関係で、前述の実施の形態1に例示した構成を用いることができる。

【0043】例えば、測定・観察手段101は、測長SEM等の顕微鏡装置4を用いて実現することができる。測定・観察データ保存手段102は、データベース9を用いて実現することができる。条件算出手段103は、コンピュータに実装されたソフトウェアとして実現することができる。条件表示手段104は、製造現場PC10、事務所PC11を用いて実現することができる。

【0044】まず、露光装置1を用いて露光単位（ウェハ3のショット3）ごとにフォーカスと露光量を変えてパターンを焼いたウェハを測定・観察手段101で、任意のパターンの寸法測定、および解像を観察して良否を判定する。そして、ここで測定・判定した情報は随時、測定・観察データ保存手段102に保存される。この時、解像の良否判定は「良ければ」を、駄目ならば「を」を保存する。そして、条件算出手段103は保存された測定・観察データを、読み出して、算出処理を行う、そし

て、算出された露光条件を条件表示手段104で表示する。

【0045】図11は、測定・観察手段101によって得られた測定・観察データの記録の一例を示す。一つの実線で囲まれた四角が露光単位105（ショット）を表し、横軸方向に0番～8番の9種類の異なるフォーカス条件が設定され、さらに縦軸方向に0番～8番の9種類の異なる露光量条件が設定されている。これらのフォーカス条件および露光量条件の刻みは、使用するレジスト等にもよるが、一例として、フォーカス条件が例えば0.1 μ m～0.2 μ m刻み、露光量条件は200～400 mJ/cm^2 刻みである。

【0046】また、個々の露光単位105の中の点線で区切られた小さい四角が、それぞれのパターンのデータを記録する欄を表している。この欄は左上からパターンP1の欄106、パターンP2の欄107、パターンP3の欄108、パターンP4の欄109、パターンP5の欄110、パターンP6の欄111となる。

【0047】例えば、パターンP1は六パターンを、パターンP2は露光装置1のウェハステージのX-Y方向のX方向に平行なライン&スペースを、パターンP3は、Y方向に平行なライン&スペースを、パターンP4は、斜め方向のライン&スペース、の各転写パターンおよびその観察結果を表す。

【0048】この例では、一つの露光単位105内に6種類のパターンまでの記録が可能であるが、測定・観察するパターンはそれより多くても、少なくてもよい。これら収集したデータは、フォーカス・露光量と関連づけられて、測定・観察データ保存手段102に保存される。

【0049】図12は、最適露光条件を算出する方法を示す。2次元の座標系の軸に、フォーカスと露光量を取り、その座標系に、パターンP1～P6の各々ごとに寸法および解像が良い範囲を記す。このとき、境界となる点は、寸法および判定が「の」一番外側の条件とし、フォーカス、露光量の軸に対して点をうち、それを囲む近似の円で範囲を記す。そして、測定および観察したパターンP1～P6の各々ごとにこの範囲を記していくと、どのパターンP1～P6にも共通の寸法・解像良好範囲117が存在し、その共通範囲が適している露光条件であり、中心が最適条件118である。

【0050】この図12には、図11に示したデータの例を示しているが、例えば、パターンP4の場合、フォーカス条件が4番、露光量条件が0番の時は、上から範囲外で、フォーカス条件が4番、露光量条件が1番の時は上から範囲の境界、フォーカス条件が4番、露光量条件が2番の時は上から範囲内となる。このようにして、全てのパターンP1～P6（本実施の形態の場

合、パターンP6は未測定)について範囲を記すと、それぞれ、パターンP1の寸法・解像良範囲112、パターンP2の寸法・解像良範囲113、パターンP3の寸法・解像良範囲114、パターンP4の寸法・解像良範囲115、パターンP5の寸法・解像良範囲116となる。そして、共通の寸法・解像良範囲117が、フォーカス条件は3μmから5μm、露光量条件は3μmから5μmの範囲であることがわかる。

【0051】したがって、条件算出手段103で、上記手順によって定まるパターンごとの範囲の式を導き出し、それらの方程式を解くことで、最適な条件が算出できる。より具体的には、一例として、以下のようにして、条件算出手段103であるサーバ8に実装されたソフトウェアにて、図12に例示された考え方による共通の寸法・解像良範囲117、すなわち最適と思われる露光条件の決定を自動的に行うことができる。

【0052】すなわち、本実施の形態の場合、図11に例示された観察結果の情報は、一例として、図13に例示されるような形式の測定結果ファイル200に記録され、測定・観察データ保存手段102としてのデータベース9に格納される。

【0053】この測定結果ファイル200は、ショットIDフィールド201、パターンIDフィールド202、判定結果フィールド203を備えている。本実施の形態の場合、ショットIDフィールド201は、各々が種類の露光量条件およびフォーカス条件の積である81個(0#〜80#)が設けられ、その各々に対して、6個のパターンP1〜P6に対応した数のパターンIDフィールド202が設けられ、その各々について判定結果フィールド203が設けられた形式となっている。判定結果フィールド203には、パターンP1〜P6の判定結果を“良”=1、“不可”=0、未測定や未記録の場合には、それ以外の識別可能な特別なデータが記録される。

【0054】また、各ショットおよびショット内の各パターンP1〜P6の判定結果を処理するために、図14に例示されるような各パターンP1〜P6に対応した判定結果ビットマップ301〜306と、最終的な判定結果を記録するための、図15に例示されるような総合判定結果ビットマップ300を使用する。これらのビットマップは、例えば、条件算出手段103であるサーバ8の主記憶内に必要に応じて設定される。

【0055】以下、図16のフローチャートにて、条件算出手段103の作用の一例を説明する。まず、ショットインデックスZを0#に初期化した(ステップ401)後、ショットIDがZ#のデータを測定結果ファイル200から読み出す(ステップ402)。

【0056】そして、当該Z#のショット内の各パターンP1〜P6の判定結果を、対応する判定結果ビットマップ301〜306の各々のショット対応のビット位置

に書き込む(ステップ403)。具体的には、現在のショットインデックスZを9で割り、その商として露光量条件の軸方向の位置Xが得られ、余りとしてフォーカス条件の軸方向の位置Yが得られ、判定結果ビットマップ301〜306のビット位置(X,Y)に、現在のショットインデックスZで特定される露光単位105内の各パターンP1〜P6の判定結果を“良”=1、“不可”=0として格納する。なお、本実施の形態の場合、未測定あるいは未記録のパターンについては、0/1以外の特別なデータが記録されており、このデータは判定処理から除外される。

【0057】このステップ402〜ステップ403の処理を、測定結果ファイル200に格納されているすべての露光単位105について繰り返す(ステップ404、ステップ405)。

【0058】その後、上述の処理にて各パターンP1〜P6に対応した判定結果ビットマップ301〜306に設定された判定データに基づいて、最終的に露光条件の最適範囲を自動的に決定する処理を行う。

【0059】すなわち、まず、フォーカス条件の軸方向の位置X、露光量条件の軸方向の位置Yを0#に初期化(ステップ406)した後、各パターンP1〜P6に対応した判定結果ビットマップ301〜306の(X,Y)のショット位置の判定結果のビットを読み出し、たとえば論理積等の判定演算を実行し、その結果を、総合判定結果ビットマップ300の(X,Y)のビットとしてセットする(ステップ407)。

【0060】なお、このステップ407の判定演算としては、各パターンP1〜P6の測定結果のビットの論理積をとることに限らず、論理和(すなわちパターンP1〜P6の測定結果のうち一つでも良があれば当該ショットの露光条件を合格とする)をとったり、あるいは、たとえば、ビット1の個数が所定の閾値を越えるものを最終的に良と判定することもできる。さらに、各ビットに各パターン毎に異なる重み係数を掛けて(すなわちパターンP1〜P6の各々で評価の重みが異なるように)総和をとり、この総和が所定の閾値を越えるショットの露光条件を最終的に良と判定することもできる。

【0061】この処理をX方向に0#〜8#まで反復(ステップ408、ステップ409)、X方向の1列が完了したら、Xを0#に初期化するとともに、Y方向をインクリメントして(ステップ410)、Y方向に0#〜8#まで反復する(ステップ411)。

【0062】これにより、総合判定結果ビットマップ300には、各露光単位105の各々について、パターンP1〜P6のうち測定されているもののすべてが良の場合には1が、それ以外の場合では0がセットされることとなる。これは、ある露光条件で複数のパターンP1〜P6のうち測定されているもののすべてが良の場合(良が重なり合う場合)に、当該露光単位105の露光条件

を良と判定したことになる。

【0063】そして、上述のようにして得られた総合判定結果ビットマップ300において、XおよびY方向にビットが1の分布範囲を走査することにより、フォーカス条件および露光量条件の各々の最適範囲が求まる。

【0064】本実施の形態の場合には、図15に例示されるように、共通の寸法・解像良範囲117は、フォーカス条件は、3#から4#と決定され、露光量条件は、3#から4#と決定され、その中心の最適条件118は、フォーカス条件が4#、露光量条件が、4#と決定される。そして、この総合判定結果ビットマップ300の結果は、製造現場PC10、事務所PC11等の条件表示手段101のディスプレイに表示出力されて作業者に提示され、作業者は、得られた最適条件118のフォーカスおよび露光量等の露光条件を、露光装置1に設定して実際の半導体装置の製造工程の半導体ウェハの露光処理を開始する。

【0065】以上のように、本実施の形態の露光条件決定方法および装置によれば、測長SEM等の顕微鏡装置4の測定・観察手段101から得られ、データベース9等の測定・観察データ保存手段102に測定結果ファイル200として格納された露光条件の異なる複数の露光単位105内の複数のパターンP1～P6等の多数の評価結果に基づいて、サーバ8にソフトウェアとして実装された条件算出手段103にて、自動的に、最適の露光条件の範囲を決定し、その結果を製造現場PC10、事務所PC11等の条件表示手段104を介して作業者に提示することができるので、特定の作業者の経験に依存して最適の露光条件の範囲を決定する場合に比較して、作業者の主観を排除して正確な判定結果を、迅速に得ることができる。

【0066】この結果、半導体装置の製造工程において、露光工程における条件出し等の準備作業の所要時間が大幅に短縮され、準備作業を含めた露光工程のスループットが向上する。また、正確な露光条件の設定により、半導体装置の製造工程での露光工程における歩留りも向上する。

【0067】以上本発明者によってなされた発明を実施の形態に基づき具体的に説明したか、本発明は前記実施の形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で種々変更可能であることはいうまでもない。

【0068】

【発明の効果】本願において開示される発明のうち、代表的なものによって得られる効果を簡単に説明すれば、以下のとおりである。

【0069】本発明によれば、多くのデータ・写真を簡単に収集でき、その量に左右されずに、短い時間でデータ・写真の整理を行える。露光条件の決定を支援する方法、およびそれをを用いた装置を提供することができる。

【0070】また、本発明によれば、収集したデータの

量に左右されずに、短い時間でデータ整理し、エンジニア等の作業者の主観や経験に依存しないで正確に露光条件を決定することができる、という効果が得られる。

【0071】また、本発明によれば、半導体装置の製造工程において、条件出し等の準備作業を含めた工程全体のスループットを向上させることができる、という効果が得られる。

【0072】また、本発明によれば、半導体装置の製造工程において、客観的で正確な露光工程での露光条件の決定により、露光工程での歩留りを向上させることができる、という効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【141】本発明の一実施の形態の露光条件決定支援方法とそのためのシステム構成の概要を示す説明図である。

【142】ウェハ上のショットの並びに合わせた画像と寸法・判定の表示画面を示す図である。

【143】画像と寸法・判定をフォーカスに対して測定ポイントで並べた表示画面を示す図である。

【144】画像と寸法・判定を露光量に対して測定ポイントで並べた表示画面を示す図である。

【145】画像を拡大表示した表示画面を示す図である。

【146】ショット内の測定ポイントに合わせて、画像を並べた表示画面を示す図である。

【147】ある測定ポイントにおけるフォーカス依存性を示す図である。

【148】ある測定ポイントにおける露光量依存性を示す図である。

【149】従来の技術において寸法・判定などを記録するシートの一例を示す図である。

【1410】本発明の他の実施の形態である露光条件決定方法を実施する露光条件決定装置の構成の一例を示す機能ブロック図である。

【図11】その作用の一例を説明する概念図である。

【1412】その作用の一例を説明する概念図である。

【1413】その作用の一例を説明する概念図である。

【1414】その作用の一例を説明する概念図である。

【1415】その作用の一例を説明する概念図である。

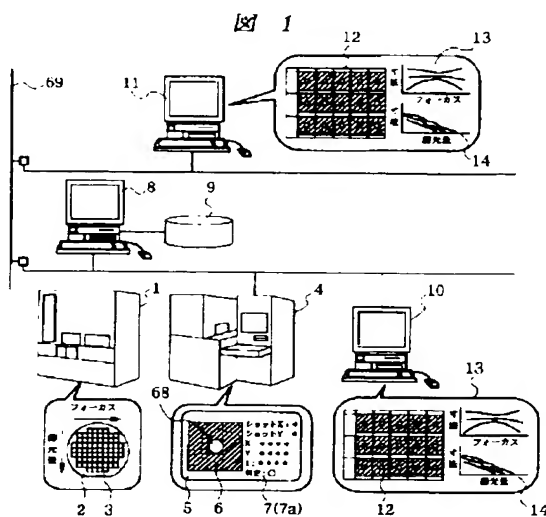
【1416】その作用の一例を説明するフローチャートである。

【符号の説明】

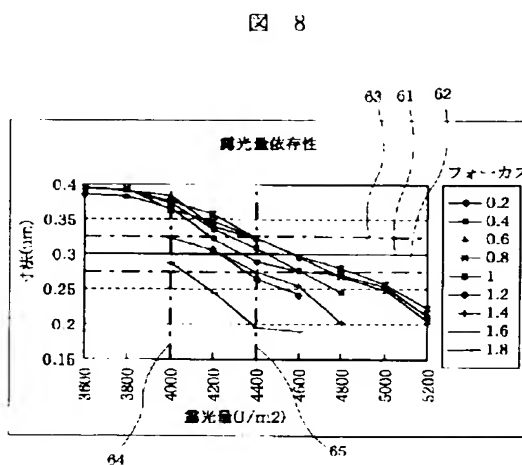
- 1 露光装置
- 2 ウェハ
- 3 ショット
- 4 顕微鏡装置
- 5 画面
- 6 顕微鏡画像
- 7 測定情報
- 7a パターン判定
- 8 サーバ
- 9 データベース

- 10 製造現場PC
- 11 事務所PC
- 12 画像一覧
- 13 フォーカス依存性
- 14 露光量依存性
- 15 インデックス情報
- 16 フォーカス値
- 17 露光量
- 18 画像
- 19 寸法値
- 20 パターン判定
- 21 左1データスクロールボタン
- 22 左1ページスクロールボタン
- 23 右1データスクロールボタン
- 24 右1ページスクロールボタン
- 25 上1データスクロールボタン
- 26 上1ページスクロールボタン
- 27 下1データスクロールボタン
- 28 下1ページスクロールボタン
- 29 測定ポイント下変更ボタン
- 30 測定ポイント上変更ボタン
- 31 印刷ボタン
- 32 コメント入力フィールド
- 33 測定ポイント
- 34 露光量下変更ボタン
- 35 露光量上変更ボタン
- 36 フォーカス下変更ボタン
- 37 フォーカス上変更ボタン
- 38 拡大画像
- 39 付帯情報
- 40 画像ファイル名入力フィールド
- 41 判定フィールド
- 42 保存ボタン
- 43 印刷ボタン
- 44 ショット左上画像
- 45 ショット中上画像
- 46 ショット右上画像
- 47 ショット左中画像
- 48 ショット中中画像
- 49 ショット右中画像
- 50 ショット左下画像
- 51 ショット中下画像
- 52 ショット右下画像
- 53 座標
- 54 付帯情報
- 55 印刷ボタン
- 61 規格値
- 62 規格値下限
- 63 規格値上限
- 64 フォーカス下限値
- 65 フォーカス上限値
- 66 露光量下限値
- 67 露光量上限値
- 68 露光パターン（例として円）
- 69 ネットワーク
- 101 測定・観察手段
- 102 測定・観察データ保存手段
- 103 条件算出手段
- 104 条件表示手段
- 105 露光単位
- 106 欄
- 107 欄
- 108 欄
- 109 欄
- 110 欄
- 111 欄
- 112 パターン毎の寸法・解像良範囲
- 113 パターン毎の寸法・解像良範囲
- 114 パターン毎の寸法・解像良範囲
- 115 パターン毎の寸法・解像良範囲
- 116 パターン毎の寸法・解像良範囲
- 117 共通の寸法・解像良範囲
- 118 最適条件
- 200 測定結果ファイル
- 201 ショットIDフィールド
- 202 パターンIDフィールド
- 203 判定結果フィールド
- 300 総合判定結果ビットマップ
- 301～306 判定結果ビットマップ
- P1～P6 パターン

【※1】



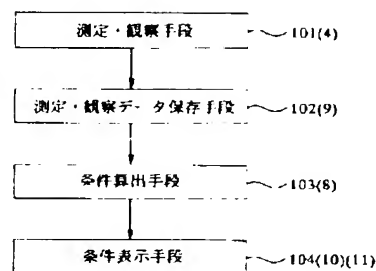
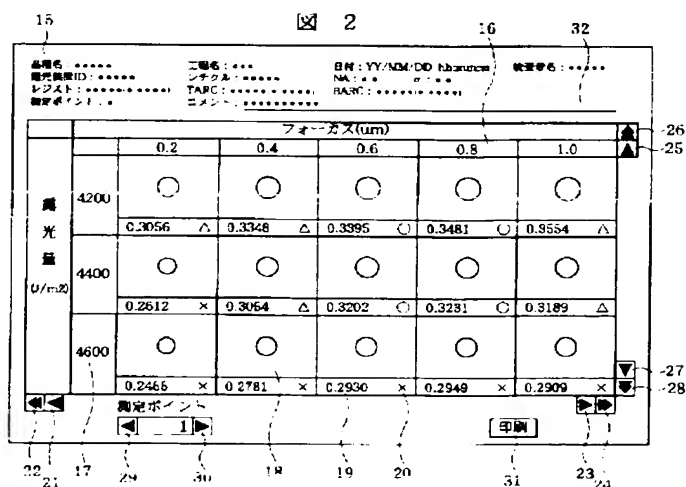
【例5】



【☒ 10】

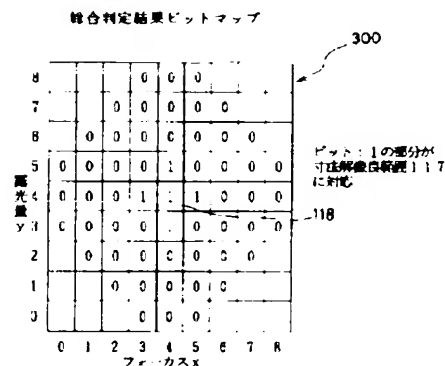


【图2】

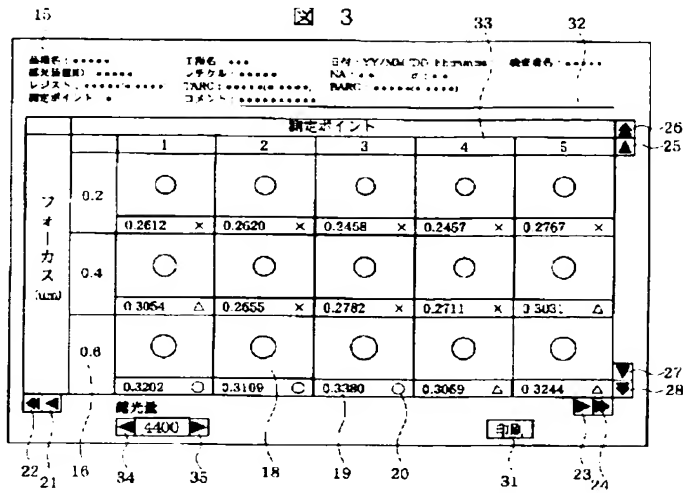


【※】15

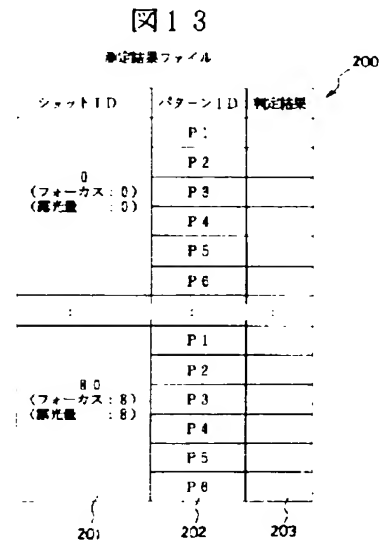
图 15



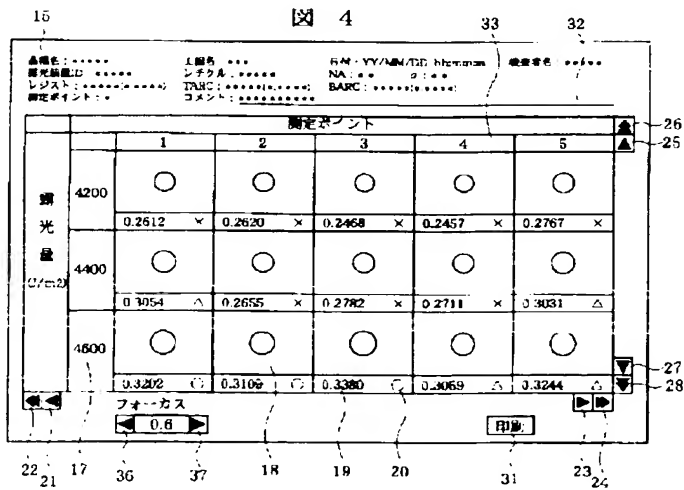
【図3】



【図13】



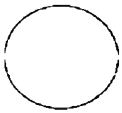
【図4】



【図5】

図 5

38
39



品名: *****
 工名: *****
 日付: YY/MM/DD hh:mm:ss
 検査者名: *****
 露光装置ID: *****
 レチクル: *****
 NA: *,*
 σ: *,*
 レジスト: *****(*,*****)
 TARC: *****(*,*****)
 BARC: *****(*,*****)
 フォーカス: *,*
 露光量: *****
 露光ポイント: *
 ショット内座標: *****
 寸法: *****
 判定: *
 コメント: *****

画像ファイル名

MG:0001.JPG

判定

☐

保存

印刷

40
41
42
43

【図6】

図 6

44
45
46
54

| | | |
|---|---|---|
| ○ | ○ | ○ |
| ○ | ○ | ○ |
| ○ | ○ | ○ |

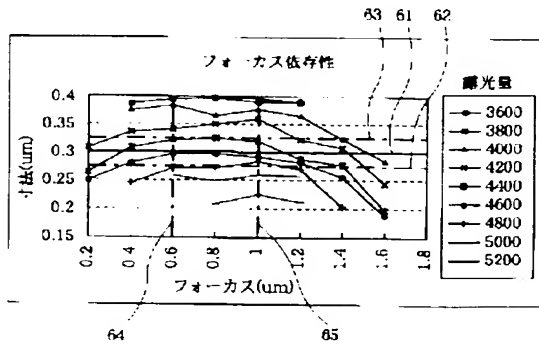
品名: *****
 工名: *****
 日付: YY/MM/DD hh:mm:ss
 検査者名: *****
 露光装置ID: *****
 レチクル: *****
 NA: *,*
 σ: *,*
 レジスト: *****(*,*****)
 TARC: *****(*,*****)
 BARC: *****(*,*****)
 フォーカス: *,*
 露光量: *****
 コメント: *****

印刷

53
50
51
52
49
55

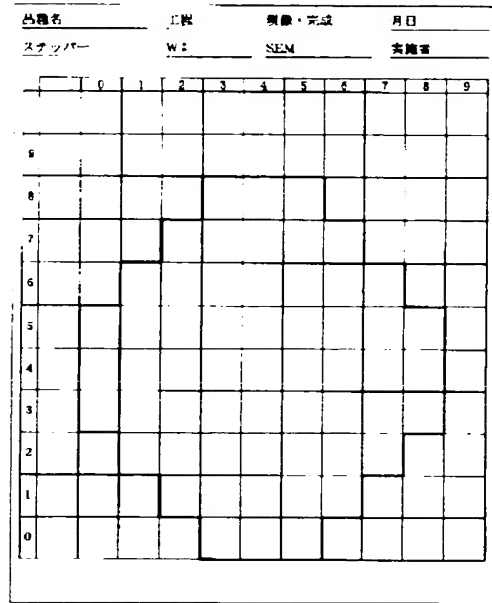
【図7】

図 7



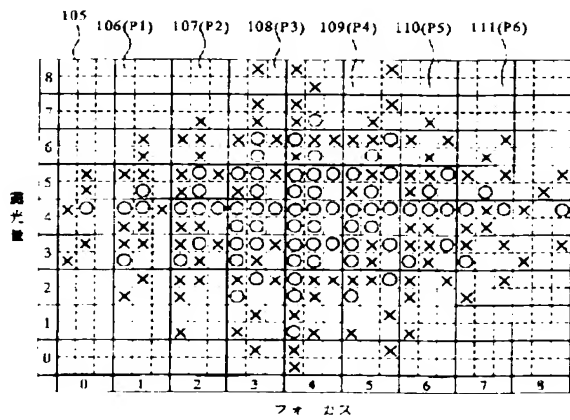
【図9】

図 9



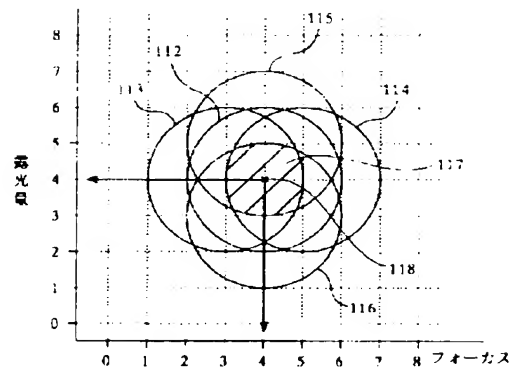
【図11】

図 11

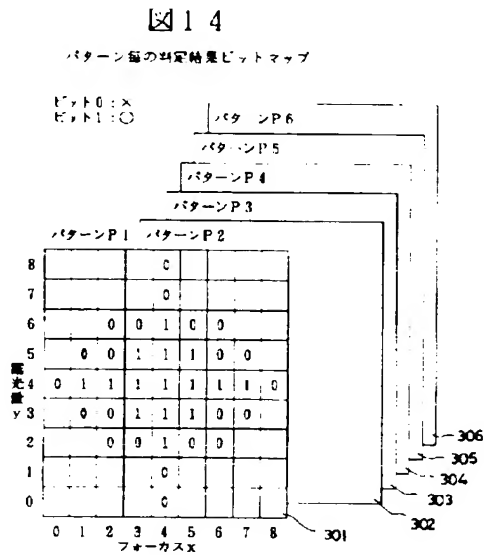


【図12】

図 12



【図14】



【図15】

